

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

І. С. Глушенкова

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ТА ЗАВДАННЯ
до лабораторних робіт та самостійної роботи
з дисципліни «ГЕОДЕЗІЯ»
Модуль 4. «Інженерна геодезія»

(для студентів 2 курсу денної і 3 курсу заочної форм навчання
напрямів підготовки 6.080101 «Геодезія, картографія та землеустрій»)

Харків
ХНАМГ
2010

Методичні вказівки та завдання до лабораторних робіт та самостійної роботи з дисципліни «ГЕОДЕЗІЯ» Модуль 4 «Інженерна геодезія» (для студентів 2 курсу денної і 3 курсу заочної форм навчання напряму підготовки 6.080101 «Геодезія, картографія та землеустрій» / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: І. С. Глушенкова – Х.: ХНАМГ, 2010 - 15 с.

Рецензент: к.т.н., доцент П. І. Лоцман

Рекомендовано кафедрою геоінформаційних систем і геодезії
протокол № 6 від 10 лютого 2009 р.

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП	4
<i>Лабораторна робота 1. Геодезичні розрахунки при проектуванні горизонтального майданчика</i>	5
<i>Лабораторна робота 2. Геодезичні розрахунки при проектуванні майданчика з нахилом</i>	10
<i>Завдання до самостійної роботи</i>	14

ВСТУП

Геодезія супроводжує процес будівництва протягом життєвого циклу, починаючи з інженерно-геодезичних вишукувань під будівництво, і закінчуючи спостереженнями за деформаціями та осіданням діючої споруди.

Методичні вказівки присвячені одному з видів геодезичних робіт, які завжди виконуються під час проектування міських територій, і містять завдання до лабораторних робіт та самостійної роботи за темою «Геодезичні розрахунки при вертикальному плануванні».

Розглянуто проектування горизонтального майданчику та майданчику з ухилом, а також розрахунок об'ємів земляних робіт. Приведені питання для самоперевірки й список додаткової літератури.

Лабораторна робота 1. Геодезичні розрахунки при проектуванні горизонтального майданчика

Мета роботи: навчитись виконувати геодезичні розрахунки при проектуванні горизонтальних майданчиків.

Література: Інженерна геодезія: підручник / С.П. Войтенко. – К.: Знання, 2009. – 557 с. (стор. 416 – 430)

Приналежності: калькулятор або комп'ютер (Excel), аркуш міліметрового паперу формату А4, олівець, лінійка.

Загальні відомості. Проектування горизонтального майданчика при умовах мінімуму земляних робіт і балансу мас (рівняння об'ємів виїмки і насипу) є однією з задач вертикального планування. Потреба в проектуванні таких майданчиків виникає при будівництві спортивних споруд, стоянок автотранспорту.

Територію майданчику розбивають на квадрати зі сторонами 10, 20, 40 або 50 м, залежно від складності рельєфу. Визначають фактичні висоти вершин квадратів по горизонталям на топографічному плані масштабу 1:500, 1:1000 або за допомогою геометричного нівелювання.

Проектну висоту горизонтального майданчика знаходять за формулою

$$H_{\pi} = H_{min} + \frac{\sum h_{y(1)} + 2\sum h_{y(2)} + 3\sum h_{y(3)} + 4\sum h_{y(4)}}{4n},$$

Де H_{min} - найменша висота вершини квадрату;

h_y – умовна позначка (індекси в дужках (1), (2), ... показують кількість квадратів, для яких ця позначка є спільною);

n - число квадратів.

Умовну позначку розраховують за формулою

$$h_y = H_i - H_{min}$$

де H_i - висота поверхні у вершині даного квадрату.

Для прикладу розглянемо проектування горизонтального майданчика на рис. 1. Висота поверхні H_i для вершини В1 – $H_{B1} = 120,80$ м; для вершини А3 –

$H_{A3} = 118,60$ м. Точку з найменшою висотою розташовано у вершині Б4, тому $H_{min} = 117,80$ м.

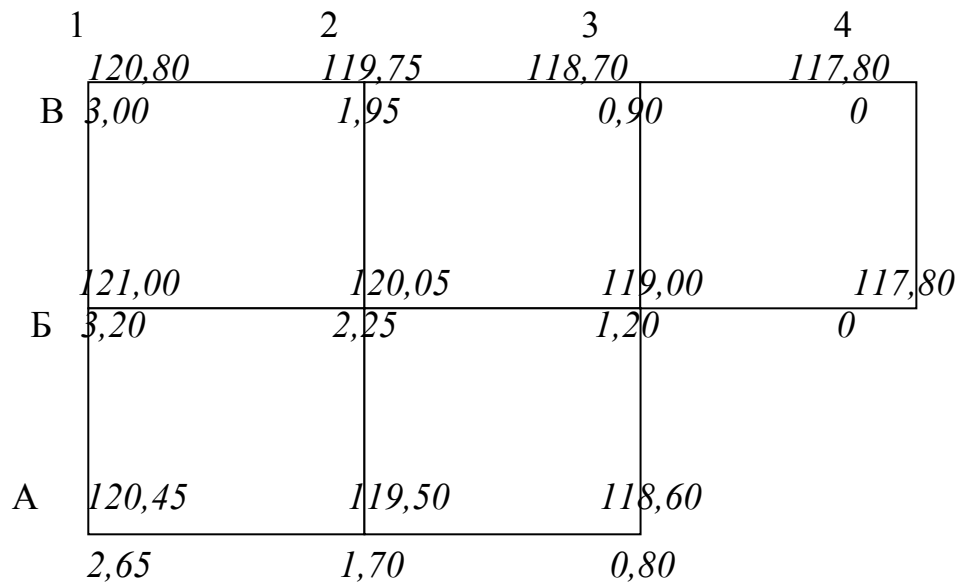


Рис. 1 – План майданчика

Умовна позначка h_y в точці В1 дорівнює $h_{B1} = 120,80 - 117,80 = 3,00$ м; в точці А3 дорівнює $h_{A3} = 118,60 - 117,80 = 0,80$ м. Вершини В1, В4, Б4, А3, А1 відносяться до одного квадрату; вершини В2, В3, А2, Б1 – спільні для двох суміжних квадратів; Б3 – спільна для трьох квадратів; Б2 – для чотирьох, тоді

$$\sum h_{y(1)} = 3,00 + 0,00 + 0,00 + 0,80 + 2,65 = 6,45;$$

$$2 \sum h_{y(2)} = 2(1,95 + 0,90 + 1,70 + 3,20) = 15,50;$$

$$3 \sum h_{y(3)} = 3 \cdot 1,20 = 3,60;$$

$$4 \sum h_{y(4)} = 4 \cdot 2,25 = 9,00.$$

За формулою проектної висоти горизонтального майданчику отримуємо

$$H_{\pi} = 117,80 + \frac{6,45 + 15,50 + 3,60 + 9,00}{5 \cdot 4} = 119,53.$$

Далі знаходимо робочі позначки кожної вершини (рис. 2) за формулою

$$h_p = H_{\pi} - H_i.$$

Таким чином, робоча позначка вершини А1 дорівнює

$$119,53 - 120,45 = -0,92.$$

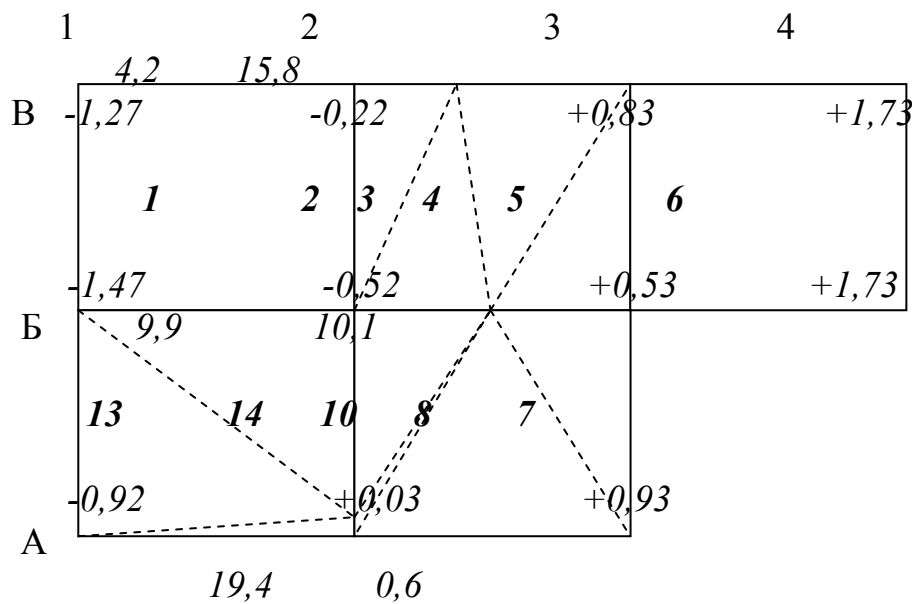


Рис. 2 – Картограма земляних робіт

Коли в квадраті робочі позначки з різними знаками, то в такому квадраті проходить лінія нульових робіт, тобто лінія з нульовою робочою позначкою. Лінія нульових робіт є межею між ділянками насипу та виїмки ґрунту. Для побудови лінії нульових робіт на сторонах квадратів знаходять положення точок нульових робіт за формулами

$$l_1 = \frac{|h_{p1}|}{|h_{p1}| + |h_{p2}|} a; \quad l_2 = \frac{|h_{p2}|}{|h_{p1}| + |h_{p2}|} a,$$

де l_1 і l_2 – відстані від вершин квадрату до точки нульових робіт;
 a - сторона квадрату.

Наприклад, для сторони квадрата B2-B3, при $a = 20$ м отримуємо

$$l_1 = \frac{0,22}{0,22 + 0,83} 20 = 4,2 \text{ м}; \quad l_2 = \frac{0,83}{0,22 + 0,83} 20 = 15,8 \text{ м}.$$

Контролем служить рівняння суми l_1 і l_2 відстані a , тобто
 $4,2 + 15,8 = 20,00$ м.

Відкладаючи від вершини B2 відстань l_1 і від вершини B3 відстань l_2 , отримують на кресленні точку нульових робіт. Аналогічно знаходимо точки нульових робіт на інших сторонах квадратів. Поєднуючи точки нульових робіт пунктирною ломаною лінією, отримують межу між виїмкою і насипом. Об'єм земляних робіт визначають окремо для виїмки і насипу.

Об'єм ґрунту у повному квадраті знаходимо за формулою

$$V = \frac{\Sigma h_p}{4} S_k$$

де Σh_p - сума робочих позначок;

S_k - площа квадрата.

Визначаємо об'єм ґрунту для квадрата 1 (В1, В2, В3, Б1)

$$V = \frac{1,27 + 0,22 + 0,52 + 1,47}{4} 400 = 348,0 \text{ м}^3.$$

При підрахунку об'ємів земляних робіт по неповних квадратах (квадратах, через які проходить лінія нульових робіт), їх розбивають на трикутники (рис. 2) і нумерують кожну фігуру.

Находять площу кожного трикутника S_T і вираховують об'єм ґрунту в межах трикутних призм за формулою

$$V = \frac{\Sigma h_p}{3} S_T$$

Наприклад, для фігури 2 маємо:

$$S_T = 4,2 \cdot \frac{20}{2} = 42 \text{ м}^2;$$

$$V = \frac{0,22 + 0 + 0}{3} 42 = 2,9 \text{ м}^3.$$

Всі вирахування ведуть у відомості (табл. 1), де остаточно отримують об'єм виїмки V_v і насипу V_n . Далі перевіряють баланс земляних робіт за формулою

$$\Delta V = \frac{|V_v| - |V_n|}{|V_v| + |V_n|} 100\%.$$

$$\Delta V = \frac{671,6 - 683,2}{671,6 + 683,2} 100\% = 0,8\%; \quad \Delta V \leq 3\%.$$

Таблиця 1 – Відомість вирахування об'єму ґрунту.

Номер фігури	Площа, м ²	$h_{\text{сер}}$	Об'єм, м ³	
			Виїмка (-)	Насип (+)
1	2	3	4	5
1	400,0	-0,87	348,0	
2	42,0	-0,07	2,9	
3	99,0	-0,17	16,8	
4	158,0	+0,28		44,2
5	101,0	+0,45		45,4
6	400,0	+1,20		480,0
7	101,0	+0,49		49,5
8	200,0	+0,32		64,0
9	54,0	+0,01		0,1
10	93,6	-0,17	15,9	
11	0,3	+0,01		0,0
12	10,7	-0,31	3,3	
13	200,0	-0,80	160,0	
14	189,0	-0,66	124,7	
Σ	2000,0		671,6	683,2

Завдання. Виконати проектування горизонтального майданчика.

Пояснення до завдання. В якості вихідного матеріалу використовується топографічний план ділянки під будівництво в масштабі 1:500. Викладач задає сітку квадратів, яку студент наносить на план.

Фактичні висоти вершин квадратів визначають на плані по горизонталям. На аркуші міліметрового паперу будують сітку квадратів в масштабі 1:500, підписують фактичні висоти вершин квадратів і обчислюють умовні позначки (рис. 1). Складають креслення (рис. 2), на якому підписують h_p і будують лінію нульових робіт. Визначають об'єми земляних робіт і записують у відомість (табл. 1). Перевіряють умову балансу земляних робіт. На плані земельних мас площі (рис. 2), на яких потрібно зробити насип, зафарбовують жовтим кольором, а площі, на яких повинні зрізати ґрунт (виїмку) – червоним кольором.

Лабораторна робота 2. Геодезичні розрахунки при проектуванні майданчика з нахилом

Мета роботи: навчитись виконувати геодезичні розрахунки при проектуванні майданчика з нахилом.

Література: Інженерна геодезія: підручник / С.П. Войтенко. – К.: Знання, 2009. – 557 с. (стор. 416 – 430)

Приналежності: калькулятор або комп'ютер (Excel), аркуш міліметрового паперу формату А4, олівець, лінійка.

Загальні відомості. Планування майданчиків з нахилом за умовою мінімуму земляних робіт і балансу є однією з задач організації рельєфу. Необхідність розв'язання таких задач виникає при проектуванні промислових майданчиків, благоустрої житлових масивів.

Територію для планування розбивають на квадрати зі сторонами 10, 20, 40 або 50 метрів, залежно від характеру рельєфу. Висоти вершин квадратів визначають по топографічному плану або за результатами нівелювання.

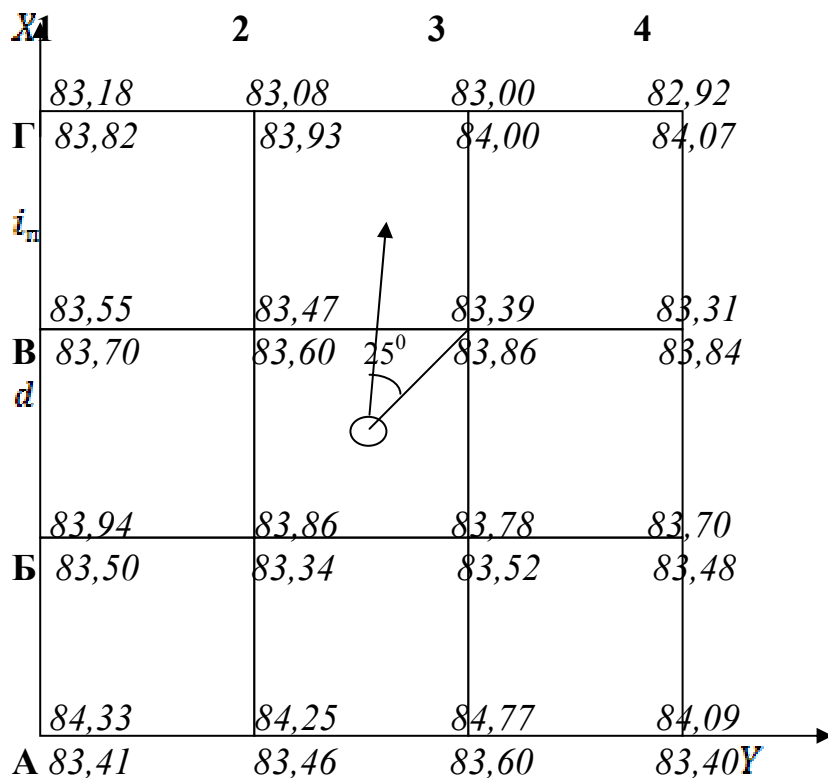


Рис. 3 – Схема для розрахунку проектних висот

Задають умовну систему координат X, Y (рис. 3), осі якої співпадають за сторонами квадратів, і вираховують координати центру тяжіння за формулами

$$X_{\text{ц}} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^n X_i; Y_{\text{ц}} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^n Y_i$$

де m - число вершин квадратів;

X_i, Y_i - координати вершин квадратів.

Наприклад, для майданчика, зображеного на рис. 3, маємо:

$$X_{\text{ц}} = \frac{1}{16} 480 = 30; Y_{\text{ц}} = \frac{1}{16} 480 = 30.$$

Проектну висоту центру тяжіння знаходимо за формулою

$$H_{\text{пц}} = \frac{\sum H_{(1)} + 2\sum H_{(2)} + 3\sum H_{(3)} + 4\sum H_{(4)}}{4n},$$

де індекси у дужках – число квадратів, до яких віднесено висоту;

n - число квадратів.

Вирахуємо проектну висоту центру тяжіння для майданчика на рис. 3

$$\begin{aligned} \sum H_{(1)} &= 83,82 + 84,07 + 83,40 + 83,41 = 334,70; \\ 2 \sum H_{(2)} &= 2(83,93 + 84,00 + 83,84 + 83,48 + 83,60 + 83,46 + 83,50 + 83,70) \\ &= 1339,02; \\ 3 \sum H_{(3)} &= 0; \\ 4 \sum H_{(4)} &= 4(83,60 + 83,86 + 83,34 + 83,52) = 1337,28; \\ H_{\text{пц}} &= \frac{334,70 + 1339,02 + 1337,28}{4 \cdot 9} = 83,64. \end{aligned}$$

За заданим максимальним проектним ухилом майданчику $i_{\text{п}}$ та його дирекційному куту $\alpha_{\text{п}}$ розраховуємо ухил лінії ЦТ-ВЗ, яка поєднує центр тяжіння з однією з найближчих вершин квадратів.

При цьому відстань ЦТ-ВЗ може бути отримано графічно з плану. Дирекційний кут α лінії D вимірюють транспортиром.

В даному прикладі $\alpha_{\text{п}} = 12^\circ$, $D = 14,1$ м, $\alpha = 37^\circ$, проектний кут лінії d дорівнює $i_d = i_{\text{п}} \cos(\alpha - \alpha_{\text{п}}) = 0,02 \cos 25^\circ = 0,018$.

Далі знаходять проектну висоту точки ВЗ і значення ухилів між вершинами квадратів по лініям, паралельним осям X та Y , i_x та i_y :

$$H_{\text{п(ВЗ)}} = H_{\text{пц}} - i_d d = 83,64 - 0,018 \cdot 14,1 = 83,39,$$

$$i_x = i_{\pi} \cos \alpha_{\pi} = 0,02 \cos 12^{\circ} = 0,0196;$$

$$i_y = i_{\pi} \sin \alpha_{\pi} = 0,02 \sin 12^{\circ} = 0,0041.$$

Використовуючи отримані значення i_x та i_y , вираховують проектні перевищення між вершинами квадратів вздовж осей X та Y :

$$h_x = 20 \cdot 0,0196 = 0,39; h_y = 20 \cdot 0,0041 = 0,08.$$

Перед розрахуванням проектних висот за напрямом ухилу визначають знак перевищень h_x та h_y .

У прикладі – вище точки ВЗ значення h_x будуть від’ємними, а нижче – додатними; перевищення h_y праворуч від точки ВЗ від’ємними, а ліворуч – додатними.

При вирахуванні проектних висот для контролю вираховують два рази висоти точок кутів проектуемого майданчика. Наприклад, висоту точки А1 отримують за ходом ВЗ, Б2, А3, А2, А1 та за ходом ВЗ, В2, В1, Б1, А1.

По першому ходу маємо: $H_{ВЗ} = 83,39;$

$$H_{Б2} = 83,39 + 0,39 = 83,78;$$

$$H_{А3} = 83,78 + 0,39 = 84,17;$$

$$H_{А2} = 84,17 + 0,08 = 84,25;$$

$$H_{А1} = 84,25 + 0,08 = 84,33.$$

По другому ходу: $H_{ВЗ} = 83,39;$

$$H_{В2} = 83,39 + 0,08 = 83,47;$$

$$H_{В1} = 83,47 + 0,08 = 83,55;$$

$$H_{Б1} = 83,55 + 0,39 = 83,94;$$

$$H_{А1} = 83,94 + 0,39 = 84,33.$$

Аналогічно вираховують проектні висоти вершин всіх інших квадратів. Далі знаходять робочі позначки за формулою $h_p = H_{\pi} - H_t$.

і підписують їх на схемі (рис. 4).

За формулами

$$l_1 = \frac{|h_{p1}|}{|h_{p1}| + |h_{p2}|} a; l_2 = \frac{|h_{p2}|}{|h_{p1}| + |h_{p2}|} a$$

визначають положення лінії нульових робіт, яку показують штрих-пунктирною лінією. Об’єм земляних робіт визначають для виїмки і насипу за формулами

$$V = \frac{\Sigma h_p}{4} S_{\kappa}, V = \frac{\Sigma h_p}{3} S_{\tau}.$$

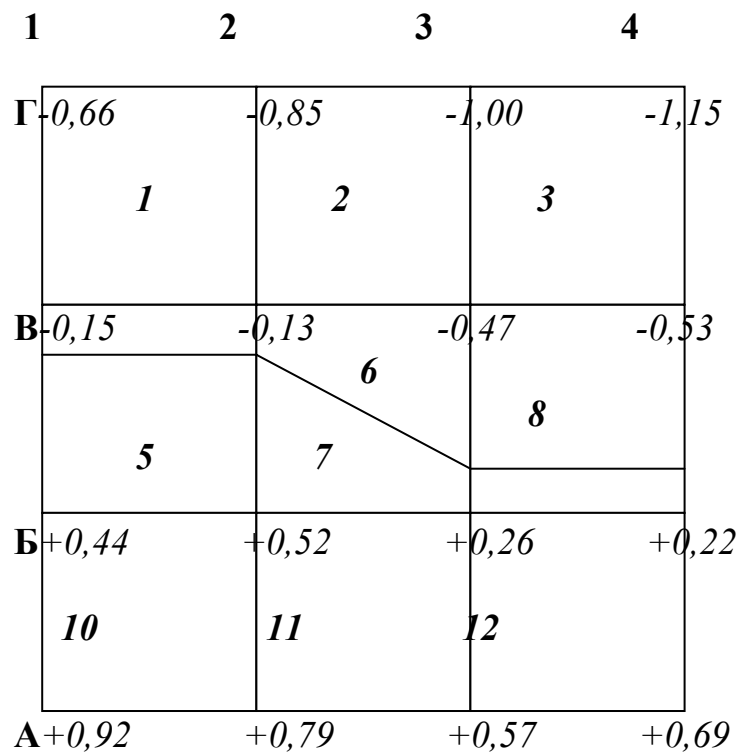


Рис. 4 – План земляних мас

Вирахування об'ємів ґрунту ведуть у відомості (табл. 2).

$$\Delta V = \frac{838,3 - 789,8}{838,3 + 789,8} 100\% = 3.$$

Таблиця 2 – Відомість вирахування об'єму ґрунту.

Номер фігури	Площа, м ²	$h_{\text{ср}}$	Об'єм, м ³	
			Виїмка (-)	Насип (+)
1	2	3	4	5
1	400	-0,45	179,0	
2	400	-0,61	245,0	
3	400	-0,79	315,0	
4	91	-0,07	146,4	
5	309	+0,24		74,2
6	169	-0,15	25,4	
7	231	+0,19		45,0
8	270	-0,25	67,5	
9	130	+0,12		15,6
10	400	+0,67		267,0
11	400	+0,54		214,0
12	400	+0,44		174,0
Σ	3600		838,3	789,8

Завдання. Виконати проектування майданчику з ухилом.

Пояснення до завдання. В якості вихідного матеріалу використовується топографічний план ділянки під будівництво в масштабі 1:500. Викладач задає сітку квадратів, проектний ухил, його напрям. Студент наносить на план сітку квадратів і визначає фактичні висоти вершин по горизонталям.

На аркуші міліметрового паперу будують сітку квадратів в масштабі 1:500, підписують фактичні висоти вершин квадратів (рис. 3).

Вираховують координати центру тяжіння і проектні висоти. Складають план земельних мас (рис. 4), обчислюють робочі позначки і будують лінію нульових робіт. У відомості (табл. 2) визначають об'єм земляних робіт і перевіряють умову рівняння об'ємів виїмки і насипу. На плані земельних мас (рис.4) площі, на яких потрібно зробити насип, зафарбовують жовтим кольором, а площі, на яких повинні зрізати ґрунт (виїмку) – червоним кольором.

Завдання до самостійної роботи

Дайте відповідь на наступні запитання:

1. Що таке робоча позначка?
2. З якою метою виконують вертикальне планування?
3. Як визначити координати центру тяжіння і його проектну висоту?
4. Як вираховують проектні висоти при проектуванні майданчику з ухилом?
5. Як визначають значення проектних ухилів по осям координат при проектуванні майданчиків з ухилом?
6. Значення яких величин приводять на картограмі земляних робіт?
7. Як по картограмі земляних робіт обчислюють об'єми земляних робіт?
8. Поясніть, що таке умова балансу земляних робіт?
9. Розкажіть про розрахунки при визначенні проектної висоти горизонтального майданчику.
10. Як визначають положення лінії нульових робіт?

Вирішити наступні задачі:

1. Обчислити в сантиметрах перевищення h між кінцями даної лінії, якщо її ухил $i = 0,019$, а горизонтальна відстань $d = 30$ м.
2. Визначити в метрах горизонтальну відстань до точки нульових робіт, якщо робочі позначки вершин квадрату $h_{p1} = +2$ м та $h_{p2} = -1$ м, а довжина сторони квадрату $d = 75$ м.
3. Обчислити в метрах висоту точки B , якщо висота попередньої точки $H_A = 109,97$ м, а перевищення $h_{AB} = -3,98$ м.

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Глушенкова Ірина Сергіївна

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ТА ЗАВДАННЯ ДО ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ ТА САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

з дисципліни «ГЕОДЕЗІЯ»

Модуль 4 «Інженерна геодезія»

(для студентів 2 курсу денної і 3 курсу заочної форм навчання

напряму підготовки 6.080101 «Геодезія, картографія та землеустрій»

Редактор *М. З. Аляб'єв*

Комп'ютерне верстання *Н. В. Зражевська*

План 2009, поз.716 М

Підп. до друку 01.03.2010
Друк на ризографі

Формат 60x84/16

Ум. друк. арк. ____

Зам. №

Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:

Харківська національна академія міського господарства,
вул. Революції, 12, Харків, 61002

Електронна адреса: rectorat@ksame.kharkov.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи: ДК №731
від 19.12.2001